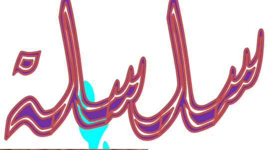
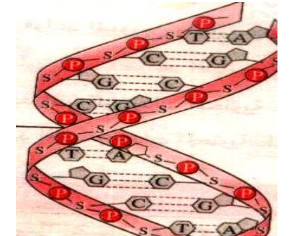


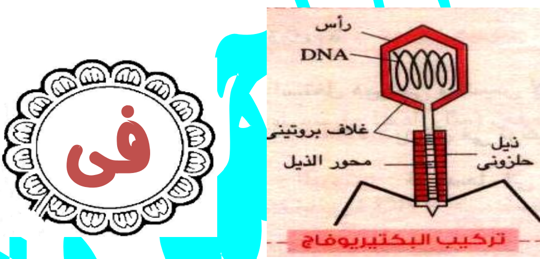


٢٠١٧





في





الباب الثاني

البيولوجيا الجزيئية

للصف الثالث الثانوى

إعداد



٠١١١٤٠٨٦٢١٩ ـ ٠١٢٢٧٠٨٨٤٩٠



الباب الثانى

البيولوجيا الجزيئية

الحمض النووى DNA والمعلومات الوراثية

ـ جهود العلماء لمعرفة المادة الوراثية للكائن الحى :

ـ نواة الخلية هى المسئولة عن إنتقال الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء وذلك لاحتوائها على الجينات التى تحملها الصبغيات (الكروموسومات) والتى تنفصل أثناء الانقسام الميتوزى للخلية إلى مجموعتين متماثلتين بكل منها نفس عدد الكروموسومات فى الخلية الأصلية وهذا يدل على أن الصبغيات هى التى تحمل المعلومات الوراثية.

ـ الجينات : هى وحدات المعلومات الوراثية التى تتحكم فى الصفات الوراثية.

تركيب الكروموسمات (الصبغيات) : مركبين أساسين هما :

١ـ البروتين . ٢ـ الـ DNA .

ـ اعتقد العلماء فى البداية أن البروتينات هى المادة الوراثية وليس الـ DNA. وذلك لأن :

١ـ البروتينات يدخل فى تركيبها ٢٠ نوع من الأحماض الأمينية المختلفة .

٢ـ تتجمع الأحماض الأمينية بطرق مختلفة لتعطى عدداً لا حصر له من المركبات البروتينية.

٣ـ DNA يدخل فى تركيبه ٤ نيوكليوتيدات فقط.

ـ وقد اتضح خطأ هذا الاعتقاد وأثبتت الأدلة أن DNA هو المادة الوراثية مما أدى إلى قيام العلماء بدراسة البيولوجيا الجزيئية .

البيولوجيا الجزيئية : هى أحد مجالات العلم الحديث الذى يهتم بدراسة الأساس الجزيئى للوراثة (DNA) وهو يتقدم بسرعة كبيرة جداً .

الأدلة على أن الـ DNA هو المادة الوراثية :

١ـ التحول البكتيرى .

٢ـ الاقمات البكتيريا (البكتيريوفاج).

٣ـ كمية الـ DNA فى الخلايا .

٠١٠٦١٨٤٦١٦٢

أولاً : التحول البكتيرى:

تجربة (١) للعالم جريفيث:

إصابة الفئران بالالتهاب الرئوى ثم موتها

إصابة الفئران بالالتهاب الرئوى وعدم موتها

عدم موت الفئران

موت بعض الفئران

١ـ أجرى تجاربه على الفئران مستخدماً نوعين من البكتيريا المسببة للالتهاب الرئوى وهما سلالة البكتيريا (S) وسلالة البكتيريا (R) **وذلك كالتالي:**

٢ـ حقن جريفث مجموعة من الفئران بسلالة بكتيريا (S)…. **فلاحظ** موت الفئران بعد أصابتها بمرض الالتهاب الرئوى الحاد.

٣ـ حقن مجموعة أخرى من الفئران بسلالة بكتيريا (R)……. **فلاحظ** عدم موت الفئرات وإصابتها بمرض الالتهاب الرئوى.

٤ـ حقن مجموعة من الفئران بسلالة بكتريا (S) سبق قتلها حرارياً ……… **فلاحظ** عدم موت الفئران.

٥ـ حقن مجموعة من الفئران بسلالة بكتريا (S) سبق قتلها حراياً مع بكتيريا (R) حية…. **فلاحظ** موت بعض الفئران وعدم موت البعض الآخر **وذلك لأن** المادة الوراثية الخاصة بسلالة البكتيريا (S) المميتة انتقلت إلى سلالة بكتيريا (R) الغير مميتة فحولتها إلى بكتريا مميتة وقد أطلق جريفث على ظاهرة تحول البكتيريا (R) إلى البكتيريا (S) المميتة باسم التحول البكتيرى ولكنه لم يفسر كيفية انتقال المادة الوراثية من السلالة (S) إلى السلالة (R).

التحول البكتيرى: هو تحول إحدى سلالات البكتريا إلى سلالة أخرى نتيجة انتقال المادة الوراثية إليها.

تجربة (٢) للعالم إفرى وزملاؤه:

١ـ عزل إفرى المادة الوراثية التى تسببت فى تحول البكتيريا (R) الغير مميتة إلى البكتيريا (S) المميتة.

٢ـ قام بتحليل مادة التحول البكتيرى…

فلاحظ أن مادة التحول البكتيرى تتكون من DNA.

- وقد فسر إفرى التحول البكتيرى بأن سلالة البكتريا (R) الغير مميتة امتصت الـ DNA الخاص بسلالة البكتريا (S) المميتة فاكتسبت خصائصها وانتقلت هذه الخصائص إلى الأبناء وDNA الذى سبب التحول كان مختلطاً بالبروتين وهو الذى سبب التحول .

وقد تم الاعتراض على أن الـ DNA هو المادة الوراثية لأن :

الـ DNA الذى سبب تحول البكتريا لم يكن نقياً تماماً لأنه كان يحمل كمية من البروتين الذى يعتقد أنه السبب فى هذا التحول .

التجربة الحاسمة:

- بعد إكتشاف إنزيم دى أكسى ريبونيوكليز الذى يحلل الـ DNA تحليلاً كاملاً ولا يؤثر على البروتينات أو الـ DNA:

١- تم معاملة المادة النشطة المنتقلة (DNA + بروتين) المسئولة عن التحول البكتيرى بإنزيم دى أكسى ريبونيوكليز .

٢- تم نقل هذه المادة إلى سلالة البكتيريا (R) الغير مميتة .

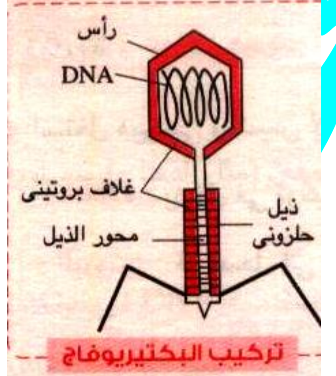
الملاحظة:

عدم تحول سلالة البكتيريا (R) الغير مميتة إلى سلالة البكتيريا (S) المميتة وذلك لتوقف عملية التحول البكتيرى لغياب الـ DNA الذى تم تحليله.

الاستنتاج: الـ DNA هو المادة الوراثية وليس البروتين .

ثانياً : لافمات البكتيريا (البكتيريوفاج):

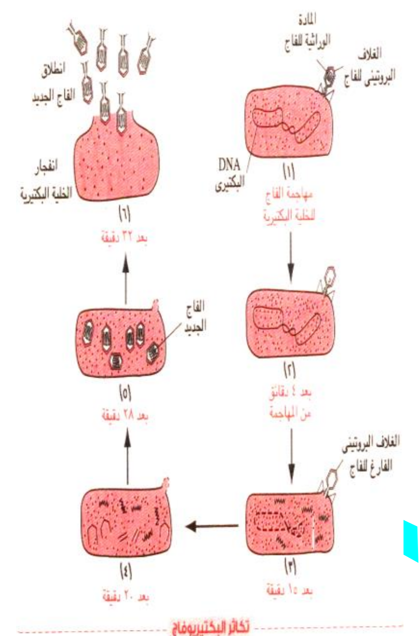
- تركيب البكتيريوفاج:



يعتبر البكتيريوفاج فيروس يتركب من بروتين والـ DNA ويحيط الغلاف البروتينى بالمادة الوراثية (DNA) ليكون ما يشبه الذيل.

- تكاثر البكتيريوفاج:

١- يهاجم الفيروس الخلية البكتيرية فيتصل بها عن طريق الذيل .



تكاثر البكتيريوفاج

٢ـ تنفذ المادة الوراثية للفيروس إلى الخلية البكتيرية وتتضاعف أعدادها.

٣ـ تنفجر الخلية البكتيرية بعد حوالى ٣٢ دقيقة ويخرج منها حول ١٠٠ فيروس جديد كامل التكوين ليهاجم خلايا بكتيرية جديدة.

ـ ويتضح من تكاثر البكتيريوفاج أن مادة ما انتقلت من الفيروس إلى الخلية البكتيرية وهذه المادة تحتوى على المعلومات الوراثية للفيروس (الجينات).

تجربة (٣) هيرشي وتشيس:

وقد استغل العالمان هيرشي وتشيس أن:

١ـ الـ DNA : يدخل فى تركيبه الفوسفور ولا يدخل فى تركيبه الكبريت.

٢ـ البروتين: يدخل فى تركيبه الكبريت ولا يدخل فى تركيبه الفوسفور.

قاما العالمان هيرشي وتشيس بترقيم الـ DNA الفيروسى للبكتريوفاج بالفسفور المشع وترقيم البروتين الفيروسى بالكبريت المشع وسمحا لهذا الفيروس بمهاجمة البكتيريا.

٣ـ قاما بالكشف عن كل من الفوسفور المشع والكبريت المشع فى داخل وخارج الخلايا البكتيرية.

فلاحظا: أن الفوسفور المشع انتقل إلى داخل الخلية البكتيرية مما يدل على أن وصول الـ DNA الفيروسى بالكامل وأقل من ٣٪ فقط من الكبريت المشع إنتقل إلى داخل خلايا البكتيريا دليل على عدم وصول أغلب البروتين الفيروسى.

الاستنتاج: DNA الفيروسى يدخل الخلية البكتيرية ليتم بناء فيروسات جديدة.

ـ وقد أوضحت تجارب التحول البكتيرى والتجارب التى أجريت على الفاج أن جينات سلالات البكتيريا الخاصة بالالتهاب الرئوى وفيروسات الفاج تتكون من DNA وقد إقتصرت هذه الاستنتاجات على الكائنات الحية التى اجريت عليها التجارب.

٠١٠٦١٨٤٦١٦٢

- لا تعتبر كل الجينات DNA لأن بعض الفيروسات مادتها الوراثية هى الـ RNA مثل فيروس الإيدز وفيروس الإنفلونزا وبالتالى تشذ هذه الفيروسات عن القاعدة لأنها تمثل جزءاً صغيراً من صور الحياة وقد أكدت الدراسات أن الـ DNA هو المادة الوراثية لجميع الأحياء تقريباً .

ثالثاً : كمية الـ DNA فى الخلايا :

١- وجد بالقياس أن: كمية الـ DNA فى حقيقيات النواة فى أنواع مختلفة من الخلايا الجسدية لكائن معين مثل الدجاج متساوية وكمية البروتين فى نفس الخلايا غير متساوية .

٢- كمية الـ DNA فى الأمشاج (الخلايا الجنسية) تعادل نصف كمية الـ DNA فى الخلايا الجسدية لنفس الكائن الحى بينما البروتين ليس من الضرورى ان تكون كميته أقل فى الخلايا الجنسية حيث ينتج الفرد من إتحاد المشيج المذكر والمشيج المؤنث وكل مشيج يجب أن يحتوى على نصف الـ DNA لتظل المعلومات الوراثية ثابتة لا تتضاعف ولا ينطبق هذا على البروتين.

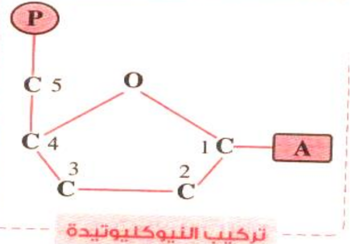
٣- البروتين و الـ RNA يتم هدمها وإعادة بنائها بإستمرار داخل الخلية بينما الـ DNA يكون ثابت ولا يتحلل ولا ينطبق تضاعف المادة الوراثية على البروتين وكل ذلك يدل على أن الـ DNA هو المادة الوراثية والبروتين لا يعمل كمادة وراثية.

الحمض النووى الـ DNA:

بعد الأدلة التى اعتبرت أن الـ DNA هو المادة الوراثية الموجودة بالخلية تمت كثير من المحاولات للتعرف على تركيب جزئ الـ DNA.

تركيب DNA

يتركب شريط الـ DNA من نيوكليوتيدات وكل نيوكليوتيدة تتكون من ٣ مكونات هى:



تركيب النيوكليوتيدة

١) سكر خماسى الكربون ديوكسى ريبوز.
٢) مجموعة من الفوسفات مرتبطة برابطة تساهمية بذرة الكربون رقم (5) فى السكر الخماسى .

٠١٠٦١٨٤٦١٦٢

٣) قاعدة نيتروجينية ترتبط برابطة تساهمية بذرة الكربون رقم (١) فى السكر الخماسى .

كل شريط من الـ DNA يحتوى على ٤ قواعد نيتروجينية وهى تكون إحدى مشتقات :

١ـ البريميدينات:

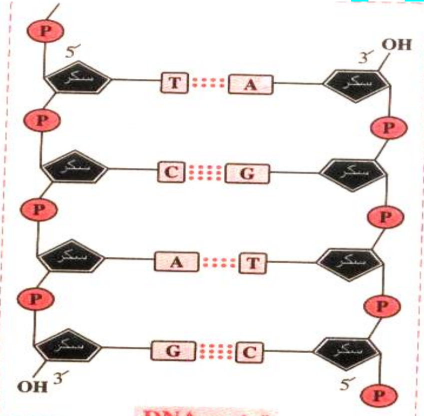
هى قواعد نيتروجينية ذات حلقة واحدة مثل الثايمين (T) أو السيتوزين (C).

٢ـ البيورينات:

هى قواعد نيتروجينية ذات حلقتين مثل الأدينين (A) أو الجوانين (G) .

ترتبط النيوكليوتيدات ببعضها فى شريط الـ DNA كالتالى :

١) مجموعة الفوسفات المتصلة بذرة الكربون رقم (5) فى سكر أحد النيوكليوتيدات تتصل بذرة الكربون رقم (3) برابطة تساهمية لسكر النيوكليوتيدة التالية والشريط الذى يتبادل فيه السكر والفوسفات يسمى هيكل سكر فوسفات.



تركيب DNA

٢) هيكل سكر فوسفات غير متماثل لأن به مجموعة فوسفات حرة مرتبطة بذرة الكربون رقم (5) فى السكر الخماسى عند إحدى نهاياته ومجموعة هيدروكسيل حرة (OH) مرتبطة بذرة الكربون رقم (3) فى السكر الخماسى عند النهاية الأخرى لهذا الهيكل .

٣) قواعد البيورين والبريميدين تبرز على جانب واحد من هيكل سكر فوسفات.

يتساوى عدد القواعد النيتروجينية فى جزئ الـ DNA بحيث يكون:

ـ عدد النيوكليوتيدات المحتوية على الأدنين يساوى عدد النيوكليوتيدات التى تحتوى على الثايمين A = T .

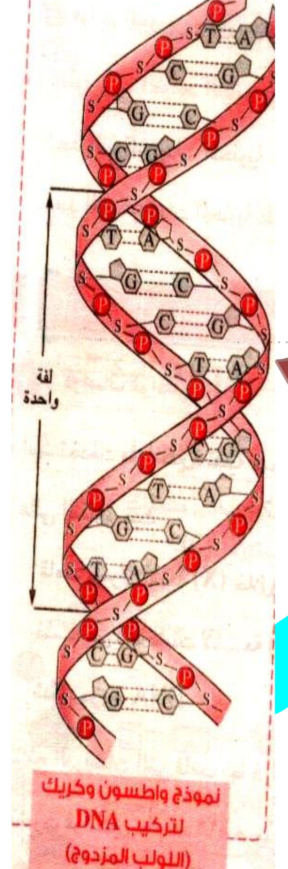
ـ عدد النيوكليوتيدات المحتوية على الجوانين يساوى عدد النيوكليوتيدات التى تحتوى على السيتوزين G = C.

الأدلة المباشرة على تركيب الـ DNA :

١ـ دراسات فرانكلين : **استخدمت فرانكلين:** تقنية حيود أشعة (X) فى الحصـول على صور لبللورات من الـ DNA عالى النقاوة حيث قامت بإمرار أشعة (X) خلال بللورات من جزيئات الـ DNA ذات تركيب منتظم فنشأ عن ذلك تشـتت لأشـعة (X) وظهر طراز من توزيع نقط يعطى تحليلها معلومات عن شكل جزئ الـ DNA

ـ نتائج الدراسات التى قامت بها فرانكلين عن تركيب جزئ الـ DNA : ونشرت فرانكلين عام ١٩٥٢ م صورا لبللورات من الـ DNA عالى النقاوة **أوضحت فيها أن :**

١) جزئ الـ DNA ملتف على شكل حلزون أو لولب بحيث تكون القواعد النيتروجينية متعامدة على طول الخيط.



نموذج واطسون وكريك لتركيب DNA (اللولب المزدوج)

٢) هيكل سكر فوسفات يوجد فى الجهة الخارجية من اللولب والقواعد النيتروجينية توجد جهة الداخل .

٣) قطر اللولب يدل على أنه يتكون من أكثر من شريط من الـ DNA .

ـ بعد أن نشرت فرانكلين صور الـ DNA قاما العلماء الإنجليزيان واطسون وكريك بوضع أول نموذج مقبـول لتركيب الـ DNA .

نموذج واطسون وكريك لتركيب الـDNA

١) يتركب نموذج الـ DNA من شريطين يرتبطان معاً كالسلم حيث يمثل هيكلا السكر والفوسفات جانبى السلم وتمثل القواعد النيتروجينية درجات السلم.

٢) يتكون الدرج من إحدى الحالتين التاليتين بالتبادل حيث يتم ارتباط قاعدة الأدنين (A) مع قاعدة الثايمين (T) برابطتان هيدروجينيتان وترتبط قاعدة الجوانين (G) مع قاعدة السيتوزين (C) بثلاث روابط هيدروجينية.

٣) عرض درجات السلم على إمتداد الجزئ يكون متساوى ويكون شريطا الـ DNA على نفس المسافة من بعضهما البعض لأن كل درج يتكون من قاعدة ذات حلقة واحدة (بريميدين) مع قاعدة ذات حلقتين (بيورين) .

٤) شريطى جزئ DNA أحدهما فى وضع معاكس للآخر حيث يكون أحد الشريطين إتجاهه (5 ←—— 3) والشريط المقابل يكون إتجاهه (3 ←—— 5) وذلك حتى تكون مجموعة الفوسفات الطرفية المتصلة بذرة الكربون رقم (5) فى السكر الخماسى فى شريط DNA عند الطرفين المعاكسين حتى تكون الروابط الهيدروجينية بين زوجى القواعد النيتروجينية موجودة بشكل سليم .

٥) يلتف سلم DNA ككل بحيث تتكون كل لفة على الشريط الواحد مكونة من ١٠ نيوكليوتيدات ليتكون لولب أو حلزون DNA ويتكون اللولب من شريطين يلتفان حول بعضهما البعض لذلك يسمى جزئ الـ DNA باللولب المزدوج.

تضاعف DNA

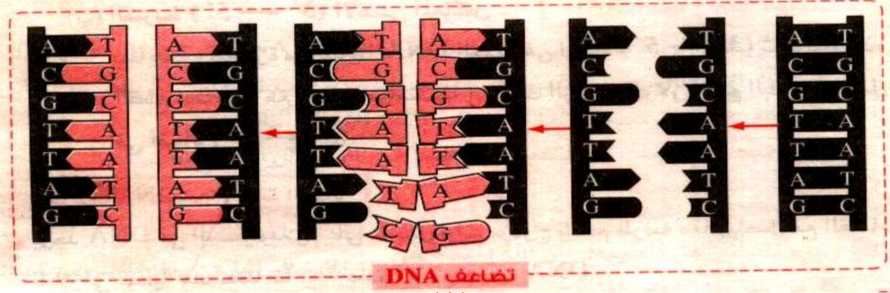
ـ تتضاعف جزيئات الـ DNA فى الخلية قبل أن تبدأ فى الانقسام حتى تستقبل كل خلية جديدة نسخة طبق الأصل من المعلومات الوراثية الخاصة بالخلية الأم.

ـ أشار كل من واطسون وكريك إلى أن شريطى الـ DNA يحتويان على قواعد نيتروجينية متكاملة لأن كل تتابع للنيوكليوتيدات على كل شريط يوفر المعلومات اللازمة لبناء الشريط المقابل له والمتكامل معه أى أن كل شريط DNA قديم يعمل كقالب لبناء شريط DNA جديد يتكامل معه .

فمثلا إذا كان أحد الشريطين هو :

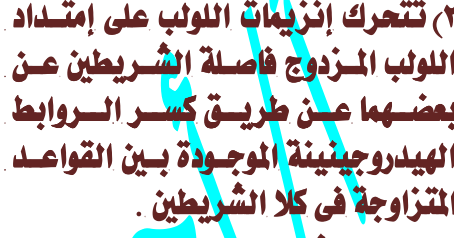
(`5…. A – A – T – C – C …3`) فإن الشريط المتكامل معه هو:

(`3 … T – T – A – G – G …...5`)



الإنزيمات وتضاعف DNA

يتطلب نسخ DNA تكامل نشاط عدد من الإنزيمات والبروتينات فى الخلية كالتالي:



١) ينفك التفاف اللولب المزدوج.

٢) تتحرك إنزيمات اللولب على إمتداد اللولب المزدوج فاصلة الشريطين عن بعضهما عن طريق كسر الروابط الهيدروجينية الموجودة بين القواعد المتزاوجة فى كلا الشريطين .



٣) يبتعد الشريطان عن بعضهما لتتمكن القواعد من تكوين روابط هيدروجينية مع النيوكليوتيدات الجديدة.

٤) تقوم إنزيمات البلمرة ببناء أشرطة الـ DNA الجديدة **كالتالي :**

فى حالة الشريط (`3 ⟵ `5) الأصلى القالب: يتم بإضافة نيوكليوتيدات جديدة الواحدة بعد الأخرى من البداية (`5 ) إلى النهاية ( `3) لشريط الـ DNA الجديد ويتم ذلك بعد تزاوج القواعد النيتروجينية فى النيوكليوتيدة الجديدة مع القواعد النيتروجينية على الشريط القالب .

فى حالة الشريط (`5 ⟵ `3) الأصلى المعاكس:

يتم ببناء قطع صغيرة من شريط الـ DNA الجديد فى اتجاه (`5 ⟵ `3) ثم ترتبط هذه القطع الصغيرة مع بعضها بواسطة إنزيمات الربط.

ملحوظة: يعمل إنزيم البلمرة فى إتجاه واحد فقط هو من الطرف (`5 ) إلى الطرف ( `3) لذلك فإنه يصلح لبناء الشريط المكمل للشريط القالب(`3 ⟵ `5)
بينما لا يصلح لبناء الشريط المكمل للشريط المعاكس (`5 ⟵ `3) .

تضاعف الـ DNA فى حقيقيات النواة: ينتظم الـ DNA فى صورة صبغيات حيث يتكون كل صبغى من جزئ واحد من الـ DNA يمتد من أحد طرفيه إلى الطرف الآخر ويبدأ نسخ الـ DNA عند أى نقطة على إمتداده.

تضاعف الـ DNA فى أوليات النواة: يوجد الـ DNA فى السيتوبلازم على شكل لولب مزدوج يلتحم طرفيه معاً ويتصل مع الغشاء البلازمى للخلية عند نقطة معينة يبدأ عندها نسخ جزء الـ DNA.

٠١٠٦١٨٤٦١٦٢

إصلاح عيوب DNA

جميع المركبات البيولوجية التى توجد فى الخلية على شكل بوليمرات معرضة للتلف كالنشا والبروتين والأحماض النووية ومنها الـ DNA حيث تفقد الخلية البشرية يومياً حوالى ٥٠٠٠ قاعدة بيورينية (أدنين وجوانين) من الـ DNA الموجود بها.

البوليمرات: هى مركبات طويلة تتكون من وحدات بنائية متكررة .

أسباب تلف الـ DNA (أسباب تلف المركبات البيولوجية):

١ـ الحرارة لأنها تعمل على كسر الروابط التساهمية التى تربط السكريات الخماسية.

٢ـ البيئة المائية داخل الخلايا. ٣ـ الإشعاع . ٤ـ المركبات الكيميائية .

تأثير تلف الـــ DNA :

يؤدى إلى تغيير فى المعلومات الموجودة فى الـ DNA مما ينتج عنه تغيرات خطيرة فى بروتينات الخلية ولا يستمر من هذه التغيرات سوى تغيرين أو ثلاثة تغيرات كل عام وتكون لها صفة الدوام وذلك لأن الغالبية العظمى من التغيرات تزال بكفاءة عالية نتيجة نشاط مجموعة من الإنزيمات وهى ٢٠ إنزيم تعمل على إصلاح عيوب الـ DNA وهى إنزيمات الربط.

ميكانيكية إصلاح عيوب الـ DNA: تقوم إنزيمات الربط بالتعرف على المنطقة التالفة فى الـ DNA ثم تقوم بإصلاحها وذلك باستبدال النيوكليوتيدة التالفة بنيوكليوتيدة جديدة تتزاوج مع تلك الموجودة بالشريط المقابل للجزء التالف فيظل تركيب الـ DNA ثابت عند إنتقاله من جيل لآخر .

الشروط الواجب (اللازم) توافرها لإصلاح عيوب الـ DNA:

١ـ وجود نسختين من المعلومات الوراثية واحدة على كل شريط من شريطى اللولب المزدوج للـ DNA.

٢ـ وجود شريط واحد من الشريطين دون تلف حتى تستطيع إنزيمات الربط إستخدامه كقالب لإصلاح التلف الموجود على الشريط المقابل.

ـ وبالتالى فأى تلف يمكن إصلاحه إلا إذا حدث هذا التلف فى الشريطين فى نفس الوقت وفى نفس الموقع وبالتالى فإن اللولب المزدوج يعتبر حيويا للثبات الوراثى للكائنات الحية الموجود بها.

ملحوظة : المادة الوراثية فى بعض الفيروسات توجد على صورة شريط مفرد من RNA ولذلك يظهر بها معدل مرتفع من التغير الوراثى الذى ينشأ عن تلف فى شريط RNA مما يؤدى إلى زيادة الطفرات فى هذه الفيروسات.

DNA فى أوليات النواة

- أوليات النواة: هى كائنات حية لا تحاط المادة الوراثية فيها بغشاء نووى بل توجد حرة فى السيتوبلازم مثل الكبتريا.

DNA فى بكتيريا ايشيريشيا كولاى كمثال لأوليات النواة:


صورة DNA بالمجهر الإلكترونى فى أوليات النواة

١- يوجد الـ DNA فيها على شكل لولب مزدوج تلتحم نهايتاه معاً

٢- يصل طول الـ DNA بعد فرده إن أمكن إلى ١.٤ مم بينما يصل طول الخلية البكتيرية نفسها إلى حوالى ٢ ميكرون .

٣- يلتف جزئ DNA حول نفسه عدة مرات ليحتل منطقة نووية مساحتها ٠.١ من حجم الخلية .

٤- يتصل DNA بالغشاء البلازمى للخلية فى موقع أو أكثر .



- يوجد فى بعض الخلايا البكتيرية واحداً أو أكثر من جزيئات الـ DNA الصغيرة الدائرية والتى تسمى بلازميدات وهى تستخدم على نطاق واسع فى الهندسة الوراثية حيث تتضاعف أثناء تضاعف DNA الرئيسى ويستغل العلماء هذا التضاعف بإدخال بلازميدات صناعية إلى داخل الخلايا البكتيرية بهدف الحصول على نسخ كثيرة من هذه البلازميدات.

البلازميدات: هى جزيئات صغيرة دائرية من DNA لا تتعقد بوجود البروتين.

- هناك اعتقاد بأن البلاستيدات الخضراء والميتوكوندريا وهى عضيات حقيقيات النواة ربما تكون قد نشأت كأوليات نواة متطفلة داخل حقيقيات النواة ثم استقرت بها لوجود جزيئات DNA فى البلاستيدات الخضراء والميتوكوندريا تشبه الموجودة فى أوليات النواة .
- توجد بلازميدات فى خلايا فطر الخميرة وهو من حقيقيات النواة.

DNA فى حقيقيات النواة

حقيقيات النواة: هى كائنات حية تحاط فيها المادة الوراثية بغشاء نووى وينتظم DNA بها فى صورة صبغيات.

- كل خلية جسدية فى جسم الإنسان تحتوى على ٤٦ صبغى (كروموسوم) أى ٢٣ زوج من الكروموسومات عكس الأمشاج التى تحتوى على ٢٣ كروموسوم .

تركيب الصبغى: يدخل فى تركيب الصبغى جزئ واحد من الـ DNA يمتد من أحد طرفيه إلى الطرف الأخر ويلتف جزئ الـ DNA ويطوى عدة مرات ويرتبط بالعديد من البروتينات مكونا الكروماتين الذى يحتوى عادة على كميات متساوية من الـ DNA والبروتين.

الكروماتين : هو جزئ واحد من DNA يلتف ويطوى عدة مرات مرتبطاً بالبروتين وبه كميات متساوية من البروتين والDNA.

تنقسم البروتينات التى تدخل فى تركيب الصبغى إلى:

١- بروتينات هستونية: هى مجموعة محددة من البروتينات التركيبية الصغيرة التى تحتوى على قدر كبير من الحمضين الأمينيين القاعديين الأرجنين والليسين .

- تحمل مجموعة الألكيل (R) الجانبية للحمضين الأمينيين الأرجنين والليسين شحنات موجبة عند الأس الهيدروجينى (PH) العادى للخلية لذلك فهى ترتبط بقوة مع مجموعات الفوسفات السالبة الموجودة فى جزئ الـ DNA وتوجد البروتينات الهستونية بكميات كبيرة فى كروماتين الخلية.

٢- بروتينات غير هستونية: هى مجموعة غير متجانسة من البروتينات التركيبية والتنظيمية.

- **تقوم البروتينات الغير هستونية بوظائف عديدة مختلفة لأنها تشتمل على:**

أ- بروتينات تركيبية: وهى تدخل فى بناء تراكيب محددة فى جزئ الـ DNA وتلعب دوراً رئيسياً فى التنظيم الفراغى له داخل النواة.

ب- بروتينات تنظيمية: وهى تحدد ما إذا كانت شفرة DNA ستستخدم فى بناء RNA والبروتينات والإنزيمات أم لا .



تكثيف الـ DNA: إذا تصورنا أنه يمكن فك اللولب المزدوج لجزئ الـ DNA فى كل صبغى ووضع هذه الجزيئات على إمتداد بعضها البعض لوصل طولها ٢ متر لذلك يتم ضم أو تكثيف هذه الجزيئات بالهستونات وغيرها من البروتينات لتقع فى حيز نواة الخلية التى يتراوح قطرها من ٢: ٣ ميكرون وبالتالى يشغل الـ DNA مساحة صغيرة فى النواة بداخل الخلية.

أوضح التحليل البيوكيميائى وصور المجهر الإلكترونى أن DNA يتكاثف كالتالى:

١ـ يلتف DNA حول مجموعات من البروتينات الهستونية مكوناً حلقات من النيوكليوسومات مما يؤدى إلى تقصير الـ DNA عشر مرات ولكن لابد من تقصير الـ DNA ١٠٠.٠٠٠ مرة حتى تستوعبه النواة ثم تلتف حلقات النيوكليوسومات لتنضم مع بعضها البعض وهذا لا يكفى لتقصير الـ DNA للطول المطلوب.

٢ـ ترتب أشرطة النيوكليوسومات الملتفة بشدة على شكل حلقة كبيرة بواسطة البروتينيات التركيبية غير الهستونية مكونة الكروماتين المكثف(الملتف و المكدس)

عندما يكون جزئ الـ DNA مكثف فى صورة كروماتين لا تصله الإنزيمات الخاصة بتضاعفه ولذلك يجب فك الالتفاف على الأقل إلى مستوى شريط من النيوكليوسومات قبل أن يعمل DNA كقالب لبناء DNA أو RNA .

تركيب المحتوى الجينى : توصل الباحثون إلى طرق يمكن بها تحديد تتابعات النيوكليوتيدات فى جزيئات DNA , RNA مما أدى إلى معرفة ترتيب الجينات داخل جزيئات DNA فى الخلية.

المحتوى الجينى لفرد ما : هو كل الجينات أو الـ DNA الموجودة داخل خلية هذا الفرد

ـ يحتوى الـ DNA على جينات تحمل التعليمات اللازمة لبناء:

١ـ تتابع النيوكليوتيدات المسئولة عن بناء المركبات البروتينية.

٢ـ تتابع النيوكليوتيدات فى RNA الريبوسومى الذى يدخل فى بناء الريبوسومات.

٣ـ تتابع النيوكليوتيدات فى RNA الناقل الذى يحمل الأحماض الأمينية أثناء بناء البروتين.

ـ الجينات فى أوليات النواة: تمثل الجينات المسئولة عن بناء RNA والبروتينات معظم المحتوى الجينى بينما **الجينات فى حقيقيات النواة:** أقل من ٧٠٪ منها مسئول عن بناء RNA والبروتينات والباقى غير معلوم الوظيفة.

DNA المتكرر

معظم جينات المحتوى الجينى فى الخلية توجد بنسخة واحدة غالباً وتحمل كل خلايا حقيقيات النواة مئات من نسخ الجينات الخاصة ببناء RNA الريبوسومى والهستونات التى تحتاجها الخلية بكميات كبيرة حيث أن وجود هذه النسخ بأعداد كبيرة فى الخلايا يعمل على سرعة إنتاج الخلية للريبوسومات والهستوانات.

ملحوظة: هناك تتابعات لقواعد نيتروجينية على الـ DNA متكررة ليس لها دور واضح ولا تمثل شفرة وهناك تتابع للنيوكليوتيدات فى ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا) وهو A-G-A-A-G الذى يتكرر حوالى ١٠٠.٠٠٠ مرة فى منتصف أحد الصبغيات وهذا التتابع وغيره من التتابعات لا يمثل أى شفرة.

أجزاء أخرى من الـ DNA ليست بها شفرة:

١- الحبيبات الطرفية الموجودة عند أطراف بعض الصبغيات لا تمثل شفرة.

٢- كمية كبيرة من الـ DNA فى المحتوى الجينى لحقيقيات النواة لا تمثل شفرة

حيث لاحظ العلماء أن: كمية الـ DNA فى المحتوى الجينى ليست لها علاقة بمقدار تعقد الكائن الحى أو عدد البروتينات التى يكونها وكمية صغيرة فقط من الـ DNA فى النبات والحيوان هى التى تحمل شفرة بناء البروتينات

فمثلاً حيوان السلمندر يوجد به أكبر محتوى جينى لأن خلاياه تحتوى على كمية من الـ DNA تعادل ٣٠ مرة قد كمية الـ DNA الموجودة فى الخلايا البشرية وبالرغم من ذلك تنتج خلاياه بروتين أقل وذلك لوجود كمية كبيرة من DNA بلا شفرة.

وظيفة الـ DNA الذى لا يمثل شفرة:

١- يعتقد أنه يعمل على احتفاظ الصبغيات بتركيبها.

٢- يمثل إشارات للمناطق التى يبدا عندها بناء mRNA الرسول وهذه المناطق هامة لبناء البروتين.

الطفرات

الطفرة: هى تغير مفاجئ فى طبيعة العوامل الوراثية المتحكمة فى صفات معينة مما قد ينتج عنه تغيير هذه الصفات فى الكائن الحى.

- إذا ورثت الطفرة للأجيال التالية فإنها تسمى طفرة حقيقية وإذا لم تورث للأجيال التالية فلا تعتبر طفرة حقيقية.

أسباب الطفرات:

١ـ تغير تركيب العامل الوراثى أو الجين.

٢ـ التغير الذى ينتج عن البيئة . ٣ـ تغير عدد الصبغيات .

ملحوظة: إنعزال الجينات وإعادة إتحادها أى تغير تركيب الصبغيات لا تعتبر طفرة

أنواع الطفرات:

أولاً: تبعاً لتوارثها :

١) **طفرة حقيقية :** هى طفرة تتوارث على مدى الأجيال المتتالية .

٢) **طفرة غير حقيقية:** هى طفرة لا تتوارث فى الأجيال المتتالية .

ثانياً : تبعاً لأهمية الطفرة: الطفرات قد تكون :

١) **طفرات غير مرغوب فيها :**

هى طفرات تمثل أغلب الطفرات **مثل:** التشوهات الخلقية فى الإنسان والعقم عند النبات الذى يسبب نقص المحصول.

٢) **طفرات مرغوب فيها:**

هى طفرات نادرة يحاول الإنسان استحداثها بالطرق العلمية ليسفيد منها **مثل:**

ـ الطفرات التى أدت إلى ظهور سلالة (أنكن) من الإغنام ذات الأرجل القصيرة والمقوسة مما يجعلها غير قادرة على تسلق سور الحظيرة وإتلاف النباتات المزروعة واعتبرها المربون صفة نافعة فعملوا على إكثارها .

ـ الطفرات التى أدت إلى زيادة إنتاج المحاصيل النباتية.

ثالثاً: تبعاً لنوع الطفرة :

١ـ الطفرات الجينية . ٢ـ الطفرات الصبغية .

١) الطفرات الجينية:

هى طفرات تحدث نتيجة للتغير الكيميائى فى تركيب الجين وبخاصة فى ترتيب القواعد النيتروجينية فى جزئ DNA مما يؤدى إلى تكوين إنزيم مختلف يظهر صفة جديدة وقد يصاحب هذا التغيرفى التركيب الكيميائى للجين تحوله من جين سائد إلى جين متنحى أو العكس وذلك فى حالات نادرة.

٢) الطفرات الصبغية:

هى طفرات تحدث نتيجة للتغير فى أعداد أو تركيب الصبغيات .



١ـ التغير فى عدد الصبغيات بعد الانقسام الميوزى:

أ) الزيادة فى عدد الصبغيات:

كما فى حالة كلاينفلتر (٤٤+ XXY) وذلك عند زيادة صبغى واحد (X).

ب) النقص فى عدد الصبغيات:

كما فى حالة تيرنر (٤٤+ X) وذلك عند نقص صبغى واحد (X).

جـ) تضاعف عدد الصبغيات (التضاعف الصبغى): ويحدث ذلك نتيجة عدم انفصال الكروماتيدات بعد انقسام السنترومير وعدم تكون الغشاء الفاصل بين الخليتين البنويتين وأكثر الأمثلة على التضاعف شيوعاً فى النبات هى (٣ن، ٤ن، ٦ن، ٨ن ، ١٦ن) وذلك عندما تتضاعف الصبغيات فى الأمشاج.

ينتج عن التضاعف الصبغى أفراد ذات صفات جديدة وذلك لأن كل جين يكون ممثل بعدد أكبر فيزداد تأثيره وضوحاً فيكون النبات أكثر طولاً وحجماً وخاصة الثمار والأزهار وتوجد حالياً محاصيل مثل القطن والقمح والتفاح والكمثرى والفراولة ذات التعدد الرباعى التضاعف (٤ ن) .

ـ يعتبر التضاعف الصبغى نادراً فى عالم الحيوان لأن تحديد الجنس يتطلب وجود توازن دقيق بين عدد كل من الصبغيات الجسمية والصبغيات الجنسية ولذلك يقتصر وجوده على بعض الأنواع الخنثى من القواقع والديدان التى ليس لديها مشكلة فى تحديد الجنس .

ـ **ملحوظة** : التضاعف الثلاثى فى الإنسان مميت ويسبب اجهاض للأجنة ومع ذلك يوجد تضاعف صبغى فى بعض خلايا الكبد والبنكرياس .

٢ـ التغير فى تركيب الصبغيات:

يحدث نتيجة تغير ترتيب الجينات على نفس الصبغى بسبب:

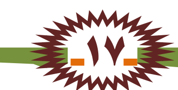
ـ انفصال قطعة من الصبغى أثناء الانقسام والتفافها حول نفسها بمقدار ١٨٠° والتحامها فى الوضع المقلوب على نفس الصبغى.

ـ تبادل أجزاء من صبغيات غير متماثلة . ـ زيادة أو نقص جزء صغيرة من الصبغى.

رابعاً: تبعاً لمكان حدوث الطفرة:

١) الطفرات المشيجية :

هى طفرات تحدث فى الخلايا التناسلية أو الأمشاج وهى تتم فى الكائنات الحية التى تتكاثر تزاوجياً وتظهر كصفات جديدة على الجنين الناتج.



٢) **الطفرات الجسمية :** هى طفرات تحدث فى الخلايا الجسمية أوالجسدية وهى أكثر شيوعا فى النباتات التى تتكاثر خضرياً وتظهر على العضو الذى تحدث فيه كأعراض مفاجئة فينشأ فرع جديد من النبات العادى يحمل صفات مختلفة عن النبات الأم ويمكن فصله وإكثاره خضرياً إذا كانت الصفة الجديدة مرغوب فيها.

خامساً: تبعاً لمنشأ الطفرة:

١) طفرة تلقائية:

هى طفرة تحدث دون تدخل الإنسان وهى نادرة الحدوث فى جميع الكائنات الحية.

سبب حدوثها: تأثيرات البيئة المختلفة المحيطة بالكائن الحى **مثل:**

١ـ الأشعة الفوق بنفسجية . ٢ـ الأشعة الكونية . ٣ـ المركبات الكيميائية .

ـ وتلعب الطفرة التلقائية دوراً هاماً فى عملية تطور الأحياء.

٢) طفرة مستحدثة:

هى طفرة تحدث بتدخل الإنسان للحصول على صفات مرغوب فيها فى كائنات معينة.

سبب حدوثها: يستخدم الإنسان لحدوثها :

١) **عوامل طبيعية:** **مثل :** أشعة أكس ـ أشعة جاما ـ الأشعة الفوق بنفسجية .

٢) **عوامل كيميائية:** **مثل:** غاز الخردل ـ مادة الكولشيسين ـ حمض النتروز .

ملحوظة: عند معالجة القمم النامية فى النباتات بهذه المواد تضمر وتموت ليتجدد تحتها أنسجة جديدة تحتوى خلاياها على عدد مضاعف من الصبغيات .

ـ وأغلب الطفرات المستحدثة تحمل صفات غير مرغوبة والإنسان ينتقى ما هو نافع منها .

أمثلة الطفرات المستحدثة المرغوب فيها:

١ـ إستحداث فاكهة أكبر حجما وألذ طعماً وخالية من البذور.

٢ـ إنتاج طفرات لكائنات دقيقة كالبنسيليوم لإنتاج مضاد حيوى البنسلين.

حمض الـ RNA وتخليق البروتين

أنواع البروتينات:

يدخل فى تركيب أجسام الكائنات الحية آلاف الأنواع من البروتينات التى **يمكن تقسيمها لنوعين رئيسيين هما:**

١ـ البروتينات التركيبية . ٢ـ البروتيننات التنظيمية .

البروتينات التركيبية	البروتينات التنظيمية
هى بروتينات تدخل فى تراكيب محددة فى الكائن الحى مثل:	هى بروتينات تنظم العديد من العمليات والأنشطة الحيوية فى الكائن الحى مثل:
١) الأكتين والميوسين: يدخلان فى تركيب العضلات و أعضاء الحركة.	١) الإنزيمات: تنشط التفاعلات الكيميائية فى الكائنات الحية .
٢) الكولاجين : يدخل فى تركيب الأنسجة الضامة (الدم ـ اللمف ـ العظام ـ الغضاريف).	٢) الأجسام المضادة: التى تكسب الجسم المناعة ضد الميكروبات .
٣) الكيراتين: الذى يكون الأغطية الواقية كالجلد والشعر والحوافر والقرون والريش.	٣)الهرمونات: التى تمكن الجسم من الاستجابة للتغيرات المستمرة فى بيئته الداخلية والخارجية.

ـ وهناك خطة مشتركة لبناء آلاف الأنواع من البروتينات التى توجد فى أجسام الكائنات الحية ويدخل فى تركيب البروتينات ٢٠ نوع من الأحماض الأمينية التى لها تركيب أساسى واحد.

تركيب الحمض الأمينى:

يعتبر الحمض الأمينى هو الوحدة البنائية الأساسية للبروتين .

ويتكون الحمض الأمينى من:

ـ ذرة الكربون الأولى التى يتصل بها ذرة هيدوجين (H) .

ـ مجموعة كربوكسيل (COOH) . ـ مجموعة أمين (NH_2) .

ـ مجموعة الكيل (R) والتى تختلف بإختلاف الحمض الأمينى .

ترتبط الأحماض الأمينية مع بعضها بروابط ببتيدية فى وجود إنزيمات خاصة فى تفاعل نازع للماء لتكوين بوليمر عديد الببتيد الذى يكون البروتين .

ـ الحمض الأمينى الجلايسين هو الحمض الوحيد الذى يحتوى على ذرة هيدروجين بدل من مجموعة الألكيل.

الفروق بين البروتينات المختلفة يرجع إلى:

١) اختلاف أعداد وأنواع وترتيب الأحماض الأمينية فى البوليمرات.

٢) عدد البوليمرات التى تدخل فى بناء البروتين.

٣) الروابط الهيدروجينية الضعيفة التى تعطى الجزئ شكله المميز.

الأحماض النووية الريبوزية (RNAs) :

التشابه والاختلاف بين الـ DNA والـ RNA :

التشابه والاختلاف	DNA	RNA
أوجه التشابه	١) يتكون كلا منهما من سلسلة طويلة غير متفرعة من وحداتب بنائية من النيوكليوتيدات . ٢) تتكون كل نيوكليوتيدة من: سكر خماسى ـ قاعدة نيتروجينية ـ مجموعة فوسفات. ٣) ترتبط مجموعة الفوسفات بذرة الكربون رقم (٥) فى جزئ النيوكليوتيدات وبذرة الكربون رقم (٣) فى جزئ سكر أحد سكر النيوكليوتيدة السابقة ليتكون هيكل سكر فوسفات .	
أوجه الاختلاف	١ـ السكر الخماسى هو سكر الديوكسى ريبوز (أقل ذرة أكسجين من سكر الريبوز) . ٢ـ القواعد النيتروجينية هى الأدنين والجوانين والسيتوزين والثايمين G=C & A=T ٣ـ يتكون من لولب مزدوج من النيوكليوتيدات. ٤ـ مادة الوراثة فى جميع الكائنات الحية ماعدا بعض الفيروسات. ٥ـ يوجد داخل النواة. ٦ـ ينسخ نفسه. ٧ـ نوع واحد . ٨ـ ثابت بشكل واضح فى الخلية (لايتحلل).	١ـ السكر الخماسى هو سكر الريبوز . ٢ـ القواعد النيتروجينية هة الأدينين والجوانين والسيتوزين واليوراسيل بدلاً من الثايمين G = C & A = U ٣ـ يتكون من شريط مفرد غالباً من النيوكليوتيدات ولكنه مزدوج فى بعض أجزائه. ٤ـ مادة الوراثة فى بعض الفيروسات. ٥ـ يوجد فى السيتوبلازم . ٦ـ ينسخ من الـDNA . ٧ـ ثلاث أنواع أساسية تساهم فى بناء البروتين ٨ـ يتم هدمه وإعادة بنائه .

أنواع الأحماض النووية الريبوزية: ٣ أنواع هي:

١ـ حمض mRNA. ٢ـ حمض rRNA. ٣ـ حمض tRNA.

أولاً : حمض RNA الرسول (mRNA) : كيفية نسخه :

١) من أحد شريطى DNA بإرتباط إنزيم بلمرةRNA (RNA بوليميريز) بتابع للنيوكليوتيدات على ال DNA الذى يسمى بالمحفز.

٢) ينفصل شريطى الـ DNA عن بعضهما ليعمل أحدهما كقالب لبناء mRNA ويكون القالب فى اتجاه (3 ⟵ 5) فيقوم الإنزيم ببناء mRNA فى اتجاه (5 ⟵ 3).

٣) يتحرك الإنزيم على إمتداد جزئ الـ DNA حيث يتم ربط الريبونيوكليوتيدات المتكاملة إلى شريط mRNA النامى واحداً بعد الآخر.

المحفز : هو تتابع للنيوكليوتيدات على ال DNA يوجه إنزيم بلمرة Mrna إلى الشريط الذى سينسخ ويبدأ منه نسخ mRNA.

عملية نسخ mRNA تشبه عملية نسخ أو تضاعف الـ DNA ماعدا:

ـ نسخ DNA لا يقف إلا بعد نسخ كل DNA فى الخلية بينما نسخ mRNA يتم فى جزء محدد من DNA يمثل جين.

ـ تضاعف الـ DNA يتم لكلا شريطى DNA بينما نسخ mRNA فيتم فى شريط واحد فقط من DNA ليقوم بنسخ قطعة منه حيث يدل توجيه المحفز على الشريط الذى سيتم نسخه.

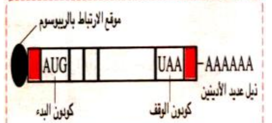
مقارنة بين نسخ mRNA فى أوليات وحقيقيات النواة :

نسخ mRNA فى أوليات النواة	نسخ mRNA فى حقيقيات النواة
ـ يوجد إنزيم بلمرة RNA واحد ينسخ أنواع RNA الثلاثة.	ـ يوجد إنزيم بلمرة RNA خاص لنسخ كل نوع من أنواع حمض RNA
ـ يتم ترجمة mRNA إلى البروتين المقابل أثناء نسخه من DNA حيث ترتبط الريبوسومات ببداية mRNA وتبدأ فى ترجمته بينما يكون الطرف الآخر فى مرحلة البناء.	ـ لايتم ترجمة mRNA إلى البروتين المقابل إلا بعد الإنتهاء من نسخ mRNA وخروجه من النواة إلى السيتوبلازم من خلال ثقوب الغشاء النووى.

٠١٠٦١١٨٤٦١٦٢

تركيب جزئ mRNA :

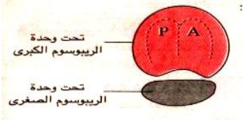
- في نهاية جزئ mRNA : يوجد ذيل عديد الأدينين يتكون من حوالى ٢٠٠ أدينوزين ويعمل هذا الذيل على حماية mRNA من التحلل فى السيتوبلازم بواسطة الإنزيمات الموجودة فيه لأنه لايمثل شفرة .



- في بداية جزئ mRNA : يوجد موقع الارتباط بالريبوسوم وهو تتابع للنيوكليوتيدات يرتبط بالريبوسوم حيث يصبح أول كودون AUG متجهاً لأعلى وهو الوضع الصحيح للترجمة.

ثانياً : حمض RNA الريبوسومي (rRNA) :

يدخل أربعة أنواع منه مع حوالى ٧٠ نوعاً من عديد الببتيد فى تكوين الريبوسومات وهى أماكن بناء البروتين فى الخلية.



- بناء الريبوسومات يتم فى حقيقيات النواة فى النوية وهى منطقة داخل النواة حيث تبنى آلاف الريبوسومات فى الساعة بمعدل سريع وذلك لأن DNA فى خلايا حقيقيات النواة يحتوى على أكثر من ٦٠٠ نسخة من جينات RNA الريبوسومى الذى يشارك فى بناء الريبوسومات.

- يتكون الريبوسوم الوظيفى من تحت وحدتين :

١) تحت وحدة الريبوسوم الكبرى : تحتوى على موقعين هما :

- الأول : موقع الببتيديل (P) ويقع عنده كودون البدء AUG لجزئ mRNA

- الثانى : موقع الأمينو أسيل (A) ويحدث عنده تفاعل نقل الببتيديل والذى يتم فيه ربط الأحماض الأمينية بروابط ببتيدية.

٢) تحت وحدة الريبوسوم الصغرى : وهى ترتبط بجزئ mRNA فى بداية تخليق البروتين .

- عندما لايكون الريبوسوم قائماً بعمله فى إنتاج البروتين تنفصل تحت الوحدتين عن بعضهما ويتحرك كلا منهما بحرية وقد يرتبط كل منهما بتحت وحدة أخرى من النوع المقابل عندما تبدا عملية بناء البروتين مرة أخرى.

- يتم بناء البروتينات التى تدخل فى تركيب الريبوسومات فى السيتوبلازم ثم تنتقل عبر الغشاء النووى إلى النواة لتكون rRNA وعديدات الببتيد وتحت وحدتا الريبوسوم .

- وأثناء عملية بناء البروتين يحدث تداخل بين mRNA و rRNA وهذا التداخل طبيعته غير مفهومة.

٠١٠٦١١٨٤٦١٦٢

ثالثاً: حمض RNA الناقــل (tRNA):

يقوم بنقل الأحماض الأمينية إلى الريبوسومات حيث يكون لكل حمض أميني نوع خاص من tRNA يقوم بالتعرف عليه ثم نقله.

الأحماض الأمينية التى لها أكثر من شفرة يكون لها أكثر من نوع من tRNA لذلك يكون عدد tRNA أكثر من عشرين.

ـ يوجد موقعان على tRNA لهما دور هام فى تخليق البروتين هما:

١) **الموقع الأول:** يتكون من ٣ قواعد هى CCA عند الطرف (3) من الجزئ وهو الذى يتصل فيه الجزئ بالحمض الأمينى الخاص به.

٢) **الموقع الثانى:** هو مقابل الكودون الذى تتزاوج قواعده مع كودونات mRNA بحيث يحدث إرتباط مؤقت بين tRNA و mRNA مما يسمح للحمض الأمينى المحمول على tRNA بالدخول فى المكان المحدد له فى سلسلة عديد الببتيد.

الشكل العام لجزيء RNA الناقل



نسخ tRNA:

يتم نسخه من جينات tRNA الموجودة على شكل تجمعات من ٧ : ٨ جينات على نفس الجزء من الـ DNA.

الشكــل العام لجزئ tRNA:

تلتف أجزاء من الجزئ لتكون حلقات تحتفظ بشكلها بإزدواج القواعد فى مناطق مختلفة من الجزئ.

الشفرة الوراثية:

هى ترتيب محدد للنيوكليوتيدات فى جزئ الـ DNA يتم نسخها فى صورة تتابع مقابل للنيوكليوتيدات فى جزئ mRNA الذى يذهب إلى الريبوسوم ليترجم إلى تتابع للأحماض الأمينية فى سلسلة عديد الببتيد الذى يكون بروتينا معيناً.

عدد النيوكليوتيدات التى تكون شفرة الحمض الأمينى:

عدد الأحماض الأمينية ٢٠ نوعاً وعدد النيوكليوتيدات التى تدخل فى بناء DNA و RNA ٤ أنواع والنيوكليوتيدات هى التى تمثل شفرات الأحماض الأمينية لذلك يجب أن تتشكل على الأقل ٢٠ شفرة مختلفة تدل على الـ ٢٠ نوع من الأحماض الأمينية

ـ ولذلك إذا اعتبرنا أن كل نيوكليوتيدة تمثل شفرة حمض أمينى يكون عدد الشفرات ٤ وهذا لا يصلح. (أحادية).

ـ وإذا اعتبرنا أن كل نيوكليوتيدتين تمثل شفرة حمض أمينى معين فيكون عدد اشفرات (٤)^{٢} = ١٦ شفرة وهذا يشكل ١٦ حمض أمينى فقط وأيضاً لا يصلح . (ثنائية).

ـ وإذا اعتبرنا أن كل ٣ نيوكليوتيدات تمثل شفرة للحمض الأمينى فيكون عدد الشفرات (٤)^{٣} = ٦٤ شفرة وهذا يصلح حيث يكون لكل حمض أمينى أكثر من شفرة ماعدا الميثونين . (ثلاثية).

ملحوظة: أصغر حجم نظرى لكلمة شفرة للـ DNA هو ٣ نيوكليوتيدات ولذلك فإن الشفرة الوراثية ثلاثية.

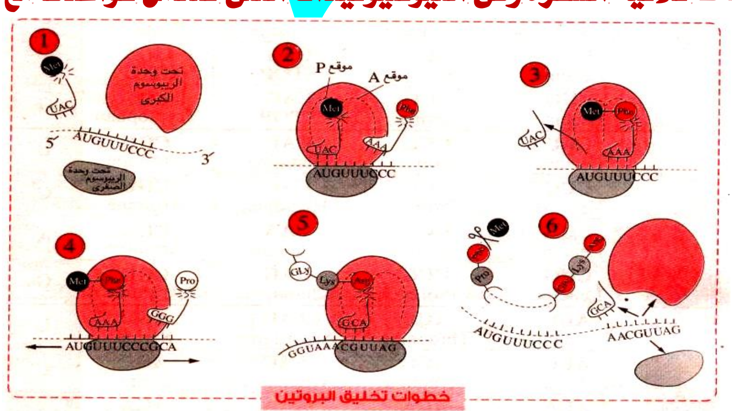
ـ وتسمى شفرة الحمض الأمينى بالكودون.

ـ وهناك كودون واحد لبدء بناء البروتين يسمى كودون البدء وهو (AUG) وهناك ٣ كودونات للتوقف تعمل على إيقاف بناء البروتين تسمى كودونات الوقف وهى (UGA & UAA & UAG) وتعطى هذه الكودونات إشارة عند النقطة التى تقف عندها ألية بناء البروتين لتنتهى سلسلة عديد اللبتيد .

الشفرة الوراثية عالمية أو عامة:

لأن نفس الكودونات تمثل شفرات نفس الأحماض الأمينية فى جميع أنواع الكائنات الحية مثل الفيروسات والبكتيريا والفطريات والنبات والحيوان وهذا دليل قوى على أن جميع الكائنات الحية الموجودة على سطح الأرض نشأت من أسلاف مشتركة .

ـ كودونات DNA ثلاثية الشفرة وهى النيوكليوتيدات التتى تتكامل قواعدها مع الكودونات الخاصة بجزئ mRNA .



تخليق البروتين: يتم على ٣ مراحل أو خطوات هى:

أولاً: بدء عملية الترجمة:

١) ترتبط تحت وحدة الريبوسوم الصغرى بجزئ mRNA من جهة الطرف (5) بحيث يكون أول كودون به AUG متجهاً لأعلى.

٢) تتزاوج قواعد مضاد الكودون لجزئ tRNA الخاص بالميثونين مع كودون (AUG) ليصبح حمض الميثونين أول حمض أمينى فى سلسلة عديد الببتيد التى ستبنى.

٣) ترتبط تحت وحدة الريبوسوم الكبرى بتحت وحدة الريبوسوم الصغرى و tRNA وmRNA ليبدأ بعد ذلك تفاعلات بناء البروتين.

يوجد على الريبوسوم موقعان ترتبط بهما جزيئات tRNA وهما:

١) موقع الببتيديل (P) الذى يقع عندها كودون البدء (AUG) الخاص بالميثونين .

٢) موقع الأمينوأسيل (A) الذى تحدث عنده تفاعل نقل الببتيديل أى ربط الأحماض الأمينية بروابط ببتيدية.

- الميثونين هو أول حمض أمينى فى سلسلة عديد الببتيد لأن أول كودون على mRNA هو AUG يمثل شفرة هذا الحمض.

ثانيًا: إستطالة سلسلة عديد الببتيد: تتم فى ٣ خطوات هى:

١) يرتبط مضاد كودون tRNA آخر بالكودون التالى على جزئ mRNA فى موقع الأمينوأسيل (A) ليتكون الحمض الأمينى الثانى فى سلسلة عديد الببتيد.

٢) يحدث تفاعل نقل الببتيديل لتتكون رابطة ببتيدية بين الحمض الأمينى الأول والحمض الثانى بمساعدة إنزيم منشط عبارة عن جزئ من تحت وحدة الريبوسوم الكبرى ليصبح tRNA الأول فارغاً ويترك الريبوسوم ليلتقط ميثونيناً آخر وtRNA الآخر يحمل الحمض الأمينيين معاً.

٣) يتحرك الريبوسوم على إمتداد mRNA ليصبح الموقع (A) خالى والحمض الأمينى الثانى أمام الموقع (P) على الريبوسوم.

- وتبدأ بعد ذلك الدورة مرة أخرى حيث يرتبط مضاد كودون على tRNA مناسب بكودون mRNA جالباً الحمض الأمينى الثالث إلى الموقع المناسب على الموقع (A) وترتبط سلسلة عديد الببتيد النامية بالحمض الأمينى الجديد القادم على tRNA الثالث ليتكرر التتابع .

- تفاعل نقل الببتيديل : هو تفاعل كيميائى يحدث فى الريبوسومات وينتج عنه تكوين رابطة ببتيدية بين حمض أميني والحمض الأمينى الذى يليه بمساعدة إنزيم منشط عبارة عن جزء من تحت وحدة الريبوسوم الكبرى .

ثالثاً : توقف عملية بناء البروتين:

تحدث عندما يصل الريبوسوم إلى كودون الوقف على mRNA ليرتبط بروتين يسمى بعامل الإطلاق بكودون الوقف مما يجعل الريبوسوم يترك mRNA وتنفصل وحدتا الريبوسوم عن بعضهما البعض وبمجرد بروز الطرف (5) لجزئ mRNA ترتبط به تحت وحدة الريبوسوم الصغرى لتبدأ دورة جديدة فى بناء البروتين.

- وقد تتم عملية الترجمة لـ mRNA إلى البروتين المقابل من خلال عديد الريبوسوم.

- عديد الريبوسوم : هو إتصال جزئ mRNA واحد بعدد من الريبوسومات يصل إلى ١٠٠ ريبوسوم ليترجم كل منها الرسالة بمروره على mRNA.

عامل الإطلاق : هو بروتين يرتبط بكودون الوقف على mRNA مما يجعل الريبوسوم يترك mRNA وتنفصل تحت وحدتا الريبوسوم عن بعضهما البعض.

التكنولوجيا الجزيئية (الهندسة الوراثية)

أهم إنجازات التكنولوجيا الجزيئية: نتيجة التقدم فى علم الجينات وتخليق البروتين أمكن:

١ـ عزل جين مرغوب فيه وتكوين ملايين النسخ منه داخل البكتيريا أو الخميرة.

٢ـ تحليل أى جين لمعرفة تتابع النيوكليوتديات فيه .

٣ـ إجراء مقارنة بين جينات نفس الفرد أوجينات أفراد أخرى.

٤ـ معرفة تتابع الأحماض الأمينية فى البروتين بمعرفة تتابع النيوكليوتيدات فى الجين.

٥ـ نقل جينات وظيفية من خلايا إلى أخرى سواء نباتية أو حيوانية.

٦ـ بناء جزيئات DNA حسب الطلب حيث قام خورانا عام١٩٧٩ م بإنتاج جين صناعى وإدخاله إلى الخلية البكتيرية .

٧ـ إنتاج شرائط قصيرة من DNA بها تتابع النيوكليوتيدات المرغوب فيها وذلك ببرمجة النظم الجينية فى المعامل.

٨ـ إستخدام DNA الصناعى فى تجارب تخليق البروتين.

٩ـ معرفة أثر الأحماض الأمينية على وظيفة البروتين بتغيير الشفرة لإستبدال حمض أمينى بآخر.



٠١٠٦١٨٤٦١٦٢

تقنيات التكنولوجيا الجزيئية:

تهجين الحمض النووى:

الأساس العلمى للتهجين:

- عند رفع درجة حرارة جزئ DNA إلى ١٠٠° م تنكسر الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية فى شريطى اللولب المزدوج لتكوين شريطان مفردان غير ثابتان .
- عند خفض درجة حرارة جزئ DNA تتحد الأشرطة المفردة لتكوين لولب مزدوج لتصل إلى حالة الثبات .
- أى شريطين مفردين من DNA أو RNA يمكنهما تكوين شريط مزدوج إذا وجد بينهما تتابعات ولو كانت قصيرة من القواعد المتكاملة.
- تتوقف شدة الإلتصاق بين الشريطين على درجة التكامل بين تتابعات قواعدها النيتروجينية وتقاس شدة الإلتصاق بمقدار الحرارة اللازمة لفصل الشريطين عن بعضهما مرة أخرى .
- بزيادة درجةالحرارة اللازمة لفصل الشريطين فإن ذلك يدل على شدة الإلتصاق مما يعطى تعاملاً أكبر بين القواعد النيتروجينية.
- يمكن استخدام قدرة الشريط المفرد لـ DNA أو RNA على الإلتصاق طويلاً فى إنتاج لولب مزدوج هجين.

كيفية تكوين DNA المهجن:

يتم إنتاج لولب مزدوج هجين من DNA كالتالى:

١ـ تمزج الأحماض النووية من مصدرين مختلفين أى من نوعين مختلفين من الكائنات الحية.
٢ـ ترفع درجة حرارة المزيج إلى ١٠٠° م فتنفصل جزيئات DNA إلى أشرطة مفردة.
٣ـ يترك الخليط ليبرد فيحدث إزدواج للقواعد النيتروجينية المتكاملة بين الشرائط المختلفة لنحصل على عدد من اللوالب المزدوجة المهجنة(DNA مهجن) التى يتكون كل منها من شريط من كلا المصدرين .

DNA المهجن: هو لولب مزدوج يتكون من شريطين أحدهما من كائن حى والشريط المتكامل معه من كائن حى آخر.

٠١٠٦١٨٤٦١٦٢

استخداماته:

١- الكشف عن وجود جين معين وتحديد كميته داخل محتواه الجيني كالتالي:

- يحضر شريط مفرد لتتابعات النيوكليوتيدات يتكامل مع أحد أشرطة الجين محل الدراسة بإستخدام نظائر مشعة لسهولة التعرف عليه.
- يخلط هذا الشريط مع جينات المحتوى الجيني.
- ترفع درجة الحرارة إلى ١٠٠° م ثم يبرد الخليط للحصول على DNA هجين فيه أحد الشريطين طبيعي والشريط المتكامل معه صناعي مشع.
- نستدل على وجود الجين وكميته بالسرعة التي تتكون بها اللوالب المزدوجة المشعة.

٢- تحديد العلاقات التطورية الأنواع المختلفة:

كلما زاد تشابه تتابع النيوكليوتيدات في الـ DNA بين نوعين من الكائنات الحية وزادت درجة التهجين بينهما كانت العلاقة التطورية بينهما قريبة جداً.

إنزيمات القطع أو القصر البكتيرية: هي إنزيمات بكتيرية تتعرف على مواقع معينة من DNA الفيروسي الغريب وتهضمه وتحوله إلى قطع عديمة القيمة أو الفائدة.

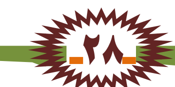
- اعتقد العلماء بأن الفيروسات التي تنمو داخل بكتيريا (إيشيرشيا كولاي (E.Coli) يقتصر نموها على هذه السلالة فقط.

- قال العلماء أن عدم وجود هذه الفيروسات داخل سلالات أخرى من البكتيريا يرجع إلى أن هذه السلالات تكون إنزيمات تتعرف على مواقع معينة على جزئ DNA الفيروسي الغريب وتهضمه إلى قطع عديمة القيمة وسميت هذه الإنزيمات إنزيمات القطع البكتيرية.... وقد تم فصل ما يزيد عن ٢٥٠ نوعا من هذه الإنزيمات من سلالات بكتيرية مختلفة.

علل: لا تهاجم إنزيمات القصر البكتيرية DNA الخاص بالخلية البكتيرية ؟

- لأن البكتيريا التي تحتوى على إنزيمات القصر تقوم بتكوين إنزيمات معدلة حيث تضاف مجموعة ميثيل (CH_3) إلى النيوكليوتيدات التي تتعرف عليها إنزيمات القصر في جزئ DNA البكتيرى مما يجعل DNA البكتيرى مقاوماً لتأثير هذا الإنزيم وبذلك تحافظ الخلية البكتيرية على DNA الخاص بها من التحلل بفعل هذه الإنزيمات.

- لكل إنزيم قصر القدرة على قطع جزئ DNA دون النظر لمصدره فيروسي أو بكتيرى أو نباتي أو حيواني مادام هذا الجزء به نسخة أو أكثر من تتابعات التعرف.

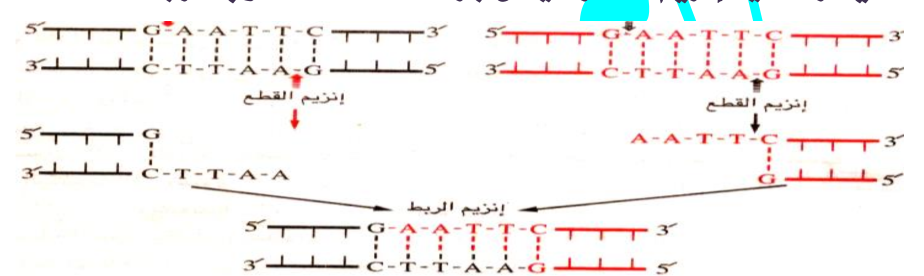


كيفية عمل إنزيمات القصر:

١- يتعرف كل إنزيم من إنزيمات القصر على تتابع معين للنيوكليوتيدات يسمى موقع التعرف.

٢- يقص الإنزيم جزئ DNA عند أو بالقرب من موقع التعرف بحيث يكون تتابع القواعد النيتروجينية على شريطى DNA عند موقع القطع هو نفسه عندما يقرأ على كل شريط فى اتجاه (3) .

موقع التعرف : هو تتابع معين مكون من ٤: ٧ نيوكليوتيدات بشريطى DNA يتعرف عليه إنزيم القصر فيقص جزئ DNA عنده أو بالقرب منه .



أهمية إنزيمات القصر:

تقوم بقص DNA إلى قطع معلومة النيوكليوتيدات تاركة أطراف لاصقة متكاملة (أطراف مائلة مفردة الشريط) فيمكن لقواعدها أن تتزاوج مع قواعد أطراف لا صفة لشريط DNA أخر ثم معاملته بنفس إنزيمات القصر ثم تم ربطهما معا بواسطة إنزيما الربط وبالتالى يمكن لصق قطعة معينة من الـ DNA بقطعة أخرى من DNA أخر. دور إنزيمات القصر والربط فى قطع وربط قطعتين مختلفتين من DNA عند مواقع محددة

استنساخ تتابعات DNA:

يمكن الحصول على DNA المراد نسخه بطريقتين هما:

١) فصل DNA من المحتوى الجينى:

بواسطة الحصول على المحتوى الجينى ثم قص DNA بواسطة إنزيمات القصر وبهذه الطريقة يتم الحصول على المحتوى الجينى لأحد الثدييات على ملايين من قطع DNA يمكن لصقها ببلازميد أو فاج لإستنساخها أو مضاعفتها.

٢) استخدام mRNA:

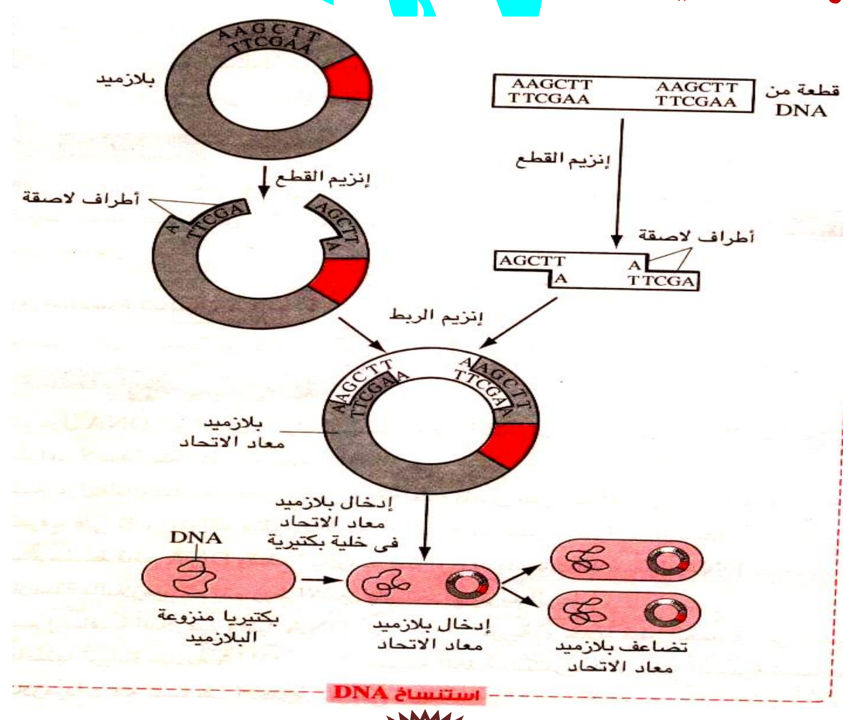
وهى الطريقة الأفضل وتتم من خلال:

١- عزل mRNA من بعض الخلايا التى يكون بها الجين نشط مثل خلايا البنكرياس التى تكون الأنسولين أو الخلايا المولدة لكرات الدم الحمراء التى تكون الهيموجلوبين وذلك لوجود كمية كبيرة من mRNA الذى يحمل الرسالة اللازمة لبناء هذه البروتينات.

٢- استخدام mRNA كقالب لبناء شريط DNA الذى يتكامل معه وذلك بإستخدام إنزيم النسخ العكسى.

٣- يتم بناء الشريط المتكامل مع شريط DNA المتكون بواسطة إنزيم بلمرة DNA فنحصل على لولب مزدوج من DNA يمكن استنساخه.

- توجد شفرة إنزيم النسخ العسكى فى الفيروسات التى يكون محتواها الجينى RNA وذلك حتى تتحول مادتها الوراثية من RNA إلى DNA لكى ترتبط مع DNA لخلية العائل لمضاعفتها.



طرق استنساخ تتابعات DNA:

يتم نسخ جين أو قطعة من DNA بطريقتين هما:

أ) استخدام البلازميد أو الفاج:

١ـ يتم عزل DNA أو الجين المراد استنساخه ومعاملته بإنزيمات قصر تؤدى إلى قطعه تاركة أطراف لاصقة متكامل القواعد.

٢ـ يتم عزل البلازميد من خلايا بكتيرية ومعاملته بنفس إنزيمات القصر السابقة حتى تتعرف على نفس المواقع وتقوم بالقطع عندها تاركة نفسه الأطراف اللاصقة.

٣ـ يتم خلط قطع DNA وقطع البلازميد فتتزاوج النهايات اللاصقة ل DNA مع النهايات اللاصقة للبلازميد ليتم ربط الاثنين بواسطة إنزيم الربط.

٤ـ يتم إدخال DNA والبلازميد المتلاصقين بعد ذلك إلى الخلية البكتيرية أو خلية فطر الخميرة التى سبق معاملتها لزيادة نفاذية DNA ومع انقسام الخلية البكتيرية أو الخميرة تتضاعف البلازميدات مع تضاعف المحتوى الجينى للخلية.

٥ـ يتم تكسير الخلايا وتحرير البلازميدات ومعاملتها بنفس إنزيمات القصر التى سبق استخدامها ليتم قطعها عند مواقع الالتحام وإطلاق قطع DNA أو الجين من البلازميدات.

٦ـ يتم عزل قطع DNA أوالجينات بالطرد المركزى المفرق للحصول على كمية كافية من قطع DNA المتماثلة لتحليلها ومعرفة تتابع النيوكليوتيدات بها وزرعها فى خلايا أخرى.

ب) استخدام جهاز (PCR):

يقوم هذا الجهاز بمضاعفة قطع DNA باستخدم إنزيم تاج بوليميريز (Tag Polymerase) الذى يعمل عند درج حرارة معينة (مرتفعة) ويستخدم هذا الجهاز لمضاعفة DNA آلاف المرات خلال دقائق معدودة.



٠١٠٦١١٨٤٦١٦٢



DNA معاد الاتحاد:

هو عملية إدخال جزء من DNA الخاص بكائن حى إلى كائن حى آخر .

- وقد تخيل بعض العلماء أنه قد يأتى الوقت الذى يمكن فيه إدخال نسخ من جينات طبيعية إلى بعض الأفراد المصابة بعض جيناتهم ولذلك يمكن شفائهم دون الاستخدام المستمر للعقاقير لعلاج النقص الوراثى.

التطبيقات العلمية لتكنولوجيا DNA معاد الاتحاد (أهميته):

فى مجال الطب:

- إنتاج بروتينات مفيدة على نطاق تجارى **مثل** :

- **إنتاج هرمون الأنسولين البشرى لعلاج مرض السكر:** حيث يتم إنتاجه بزراعة الجين الخاصة به مع البلازميد داخل الخلية البكتيرية لتصبح هذه الخلة منتجة للأنسولين....والأنسولين البشرى المصنع بواسطة DNA معاد الاتحاد فى البكتيريا بالرغم من تكلفته العالية إلا نه أفضل لبعض المرضى الذين لا يتحملون الفروق الطفيفة بين الأنسولين البشرى والأنسولين المستخلص من بنكرياس المواشى والخنازير بتكاليف باهظة.

- **إنتاج بروتينات توقف تضاعف الفيروسات تسمى الانترفيرونات:**

تبنى الانترفيرونات فى جسم الإنسان حيث تنطلق من الخلايا المصابة بالفيروس لتعمل على حماية الخلايا المجاورة لها من مهاجمة الفيروس.

الانترفيرون:

هو بروتين يتكون داخل خلايا الجسم يوقف تضاعف الفيروسات التى محتواها الجينى RNA مثل فيروس سلل الأطفال والانفلونزا .

- وقد كان الانترفيرون الطبى يستخلص بصعوبة من خلايا الإنسان لذلك كان وجوده نادراً وغالى الثمن وقد تمكن الباحثون فيما بعد إنتاج الانترفيرون بواسطة البكتيريا حيث تم إدخال ١٥ جين بشرى للانترفيرون إلى الخلايا البكتيرية فأصبح الانترفيرون متوفر ورخيص الثمن.
- ويعتقد العلماء أن الانترفيرونات قد تكون مفيدة فى علاج بعض أنواع السرطان ولكن الدراسات المبدئية لهذ التقنية كانت مخيبة للآمال وذلك بسبب المشاكل التقنية التى يمكن التغلب عليها مستقبلاً.

في مجال الزراعة: قد يتمكن الباحثون الزراعيون قريباً من:

١) إدخال جينات مقاومة للمبيدات العشبية ولبعض الأمراض الهامة لنباتات المحاصيل.

٢) عزل ونقل الجينات الموجودة فى النباتات البقولية المسئولة عن تكوين العقد البكتيرية على جذور النباتات البقولية إلى نباتات محاصيل أخرى وذلك للاستفادة من قدرة هذه البكتريا على تثبيت نيتروجين الهواء الجوى فى جذورها وإذا أمكن زراعة هذه الجينات فى نباتات أخرى فإنه يمكن الاستغناء عن الأسمدة النيتروجينية عالية التكلفة والتى تسبب التلوث.

فى مجال التجارب والأبحاث: تمكن الباحثون من:

١) زراعة جين لون الياقوت الأحمر للعيون فى ذبابة الفاكهة(الدورسوفيلا)فى خلايا مقرر لها أن تكون أعضاء تكاثرية لجنين من سلالة أخرى وعند نمو الجنين فإن عيونه كانت ذات لون الياقوت الأحمر بدلا من اللون البنى.

٢) إدخال جين يحمل شفرة هرمون النمو من فأر من النوع الكبير أو من إنسان إلى فئران من النوع الصغير فنمت هذه الفئران الصغيرة إلى ضعف حجمها الطبيعى وإنتقلت هذه الصفة للأجيال التالية.

٣) إدخال جينات معينة فى خلايا من نباتات البيتونيا والدخان فنمت إلى نباتات كاملة وقد أوضح العلماء أن هذه الجينات التى تم لصقها انتقلت إلى النباتات الناتجة من خلال التكاثر التزاوجى.

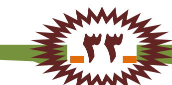
ملحوظة: تلتصق الجينات فى النباتات والحيوانات الراقية بالعناصر المتنقلة بدلا من البلازميدات وهذه الجينات المراد زراعتها ليعطى فرصة لها للدخول فى المحتوى الجينى ويتم حاليا نقل روتينى للجينات إلى خلايا نامية فى مزارع الأنسجة.

بعض مخاطر DNA معاد الاتحاد:

من المحتمل أن يتم إدخال جين مسئول عن إنتاج مواد سامة داخل خلايا بكتيرية وإطلاقها فى العالم وهذا الاحتمال ضعيف لأن سلالات البكتيريا المستخدمة فى هذه التجارب هى ايشيرشيا كولاى التى توجد فى أمعاء الإنسان وإن كانت سلالات البكتيريا المستخدمة فى التجارب المعملية الآن لا تعيش إلا فى أنابيب الاختبار.

الجينوم البشرى: هو المجموعة الكاملة للجينات الموجودة على كروموسومات الخلية البشرية.

- أثبت واطسون وكريك عام ١٩٥٣م أن الجينات عبارة عن لولب مزدوج من حمض DNA.



- فى عام ١٩٨٠م ظهرت فكرة الجينوم وكان عدد الجينات البشرية التى عرفها العلماء ٤٥٠ جين ثم تضاعف العدد فى منتصف الثمانينات ٣مرات ليصل إلى ١٥٠٠ جين وبعض هذه الجينات كانت سبباً لزيادة الكوليسترول فى الدم وهو من أسباب أمراض القلب والبعض الآخر يمهد للإصابة بالأمراض السرطانية.
- توصل العلماء أن هناك ٦٠ إلى ٨٠ ألف جين فى الإنسان موجود على ٢٣ زوجاً من الكروموسومات وتعرف هذه الجينات بمجموعتها الكاملة (الجينوم البشرى).

ـ وقد تم اكتشاف أكثر من نصف هذه الجينات حتى الآن وترتب الكروموسومات حسب حجمها من (١) إلى (٢٣) ولا يخضع الكروموسوم(X) لهذا الترتيب حيث أنه يلى الكروموسوم السابع فى الحجم ويقع فى نهاية الكروموسومات ويحمل رقم(٢٣).

أرقام بعض الكروموسومات والجينات التى تحملها:

١) الكروموسوم رقم (٨) : يحمل جين البصمة .

٢) الكروموسوم رقم (٩) : يحمل جينات فصائل الدم.

٣) الكروموسوم رقم (١١) : يحمل عدد من الجينات منها الجين المسئول عن تكوين الأنسولين المنظم لنسبة السكر فى الدم وجين تكوين مادة الهيموجلوبين التى تدخل فى تركيب كرات الدم الحمراء .

٤) الكروموسوم (X) رقم (٢٣) : يحمل جينات خاصة ببعض الأمراض مثل جين عمى الألوان وجين الهيموفيليا .

استخدامات الجينوم البشرى:

١) معرفة الجينات المسببة للأمراض الوراثية الشائعة والنادرة.

٢) معرفة الجينات المسببة لعجز بعض الأعضاء عن أداء وظائف الجسم.

٣) الاستفادة منه فى المستقبل فى مجال صناعة العقاقير وإنتاج عقاقير بلا آثار جانبية.

٤) دراسة تطور الكائنات الحية من خلال مقارنة الجينوم البشرى بغيره من جينات الكائنات الحية.

٥) تحسين النسل من خلال التعرف على الجينات المرضيةفى الجنين قبل ولادته والعمل على تحسينها.

٦) تحديد خصائص وصفات أى إنسان يعيش على الأرض من خلال فحص شعره من رأسه أو حيوان منوى منه وبالتالى فيمكن إستخدام الجينوم البشرى فى رسم صورة لكل شخص بكل ملامح وجهه.

نموذج امتحان

السؤال الأول: أ) أكتب المصطلح العلمى للعبارات الآتية:

١ـ بروتين ينتج من تكنولوجيا DNA معاد الاتحاد ويستخدم فى وقف تضاعف الفيروسات
٢ـ تتابع معين من النيوكليوتيدات على DNA يبدأ عنده عملية نسخه .
٣ـ عملية مزج الأحماض النووية من مصدرين مختلفين .
٤ـ كائنات حية لا يوجد فيها DNA فى صورة صبغيات .
٥ـ طفرات تحدث نتيجة تغير ترتيب الجينات على نفس الصبغى .

ب) لتكوين الانسولين وهو بروتين يتكون من ٥١ حمض أميني مكون ١٦ حمض اميني مختلف .... وضح ما يلي :

١ـ عدد النيوكليوتيدات اللازمة لذلك في جزيء m.RNA ؟
٢ـ عدد كودونات جزيء m.RNA ؟
٣ـ اقل عدد للاحماض النووية الناقلة t.RNA اللازمة لذلك ؟
٤ـ عدد لفات هذا الجين ؟

جـ) وضح بالرسم التخطيطى كامل البيانات تركيب جزئ mRNA ؟

السؤال الثانى: أ) تخير الإجابة الصحيحة مما بين القوسين:

١ـ تنشأ حالة كلاينفلتر بسبب ....
أـ طفرة جينية   بـ طفرة مشيجية   جـ طفرة جسدية   دـ جميع ما سبق

٢ـ يقع جين .... على الكروموسوم الحادى عشر .
أـ الهيموفيليا   بـ تكوين هيموجلوبين   جـ البصمة   دـ عمى الألوان

٣ـ يدخل .... فى بناء الأغطية الواقية .
أـ اكتين   بـ كيراتين   جـ البكتين   دـ كاروتين

٤ـ .... من البروتينات التنظيمية .
أـ كولاجين   بـ كيراتين   جـ السكيرتين   دـ ميوسين

٥ـ إنزيم .... يعمل على كسر DNA فى أماكن محددة .
أـ اللولب   بـ القصر   جـ الربط   دـ ديوكسى ريبونيوكليز

ب) ما المقصود بكل مما يأتي:

١) المحفز. .... ٢) عاملالإطلاق. .... ٣) مقابل الكودون. .... ٤) موقع التعرف.

جـ) وضح أهمية الجينوم البشرى ؟

السؤال الثالث: أ) ماذا يحدث فى الحالات الآتية:

١ـ عند معاملة DNA أو RNA أو البروتين بإنزيم دى أكسى ريبونيوكليز .

٢ـ اختفاء إنزيمات اللولب من الخلايا الجسمية لطفل صغير .

٣ـ عند نقل DNA من بكتريا مقاومة للبنسلين إلى سلالة أخرى غير مقاومة له.

٤ـ عند انقلاب قطعة من الكروموسوم حول نفسها ٣٦٠ درجة ثم إعادة التحامها .

٥ـ عند حدوث تغير فى ترتيب القواعد النيتروجينية فى جزئ DNA .

ب) اذكر أهم التطبيقات العلمية لتكنولوجيا DNA معاد الاتحاد ؟

جـ) اذكر أهمية كل مما يأتى:

١ـ عديد الريبوسوم . ... ٢ـ ذيل عديد الأدينين . ... ٣ـ إنزيم النسخ العكسى.

السؤال الرابع: أ) علل لما ياتى:

١ـ ترتبط البروتينات الهستونية بجزئ DNA برابطة قوية.

٢ـ تتميز الفيروسات بمعدل مرتفع من الطفرات .

٣ـ هيكل سكر الفوسفات غير متماثل فى جزئ DNA.

٤ـ يستفاد من تهجين الحمض النووى DNA فى تحديد العلاقات التطورية بين الأنواع المختلفة .

٥ـ يحتوى t-RNA الناقل على موقعين هامين فى عملية بناء البروتين .

ب) إذا علمت أن جين (M) من DNA به ٦٠ ألف زوج من النيوكليوتيدات تم نسخ شريط mRNA منه .... احسب كل مما يأتى :

١ـ عدد النيوكليوتيدات الكلية الموجودة بـ DNA.

٢ـ عدد لفات DNA . ... ٣ـ عدد نيوكليوتيدات mRNA المنسوخ منه.

٤ـ عدد الكودونات على mRNA .

٥ـ عدد الأحماض الأمينية الناتجة من عملية الترجمة .

جـ) ما الفرق بين كل مما يأتى :

١ـ الشفرة والكودون . ... ٢ـ البيورينات والبريميدينات .

٠١٠٦١٨٤٦١٦٢